

**О. В. Борисова, В. Л. Шульман**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

## **ЗНАЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ СРЕДНЕГО УРАЛА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ ИРБИТ И КАМЫШЛОВ**

### **Аннотация**

*В статье предложена концепция создания локальных энергетических структур на Среднем Урале на базе высокоэффективных когенерационных парогазовых установок ПГУ-ТЭЦ. Проанализировано состояние энергосистем городов Ирбит и Камышлов, на основе выявленных недостатков систем сделаны выводы о возможном способе преодоления проблем с помощью формирования распределённой генерации в регионе путём размещения энергетических предприятий этих городах. Описано значение предложенной концепции для социально-экономического развития городов Ирбит, Камышлов и Свердловской области в целом.*

**Ключевые слова:** *распределённая энергетика, локальная энергосистема, ПГУ-ТЭЦ, когенерация, система теплоснабжения, Ирбит, Камышлов.*

### **Abstract**

*The conception of the local power systems based on high efficiency combined-cycle cogeneration plant formation in the Middle Urals is presented in this paper. Irbit and Kamyshlov power systems state is analyzed and conclusions about the probable way of problems overcoming by means of distributed power generation formation in this region by energy providers locating in these towns are drawn on the basis of perceived disadvantages of the systems. The significance of the proposed conception for the social and economic development of Irbit and Kamyshlov towns and Sverdlovsk region generally is described.*

**Key words:** *distributed power generation, local power system, CCCP (combined-cycle cogeneration plant), cogeneration, heat supply system, Irbit, Kamyshlov.*

Сегодня для экономического роста России необходимо чёткое осознание, будет ли он обеспечиваться адекватным ростом энергетики и, что более важно, что нужно сделать в энергетике для того, чтобы обеспечить будущий рост. Стоит помнить и об обратной связи – развитие энергетики, её доступность также ведёт за собой рост экономический.

Мы предлагаем на примере малых городов Свердловской области – Ирбит и Камышлов – рассмотреть значимость возможного формирования в регионе локальных энергетических структур, представляющих собой комплекс приближенных к потребителям высокоэкономичных ТЭЦ средней мощности до 150–200 МВт. Каждая из станций будет ориентирована на полное, эффективное энергообеспечение отдельного территориального образования [1]. В рамках этой концепции, в качестве генераторов энергии выступают когенерационные установки средней мощности, которые позволяют добиться высокой эффективности использования топлива, а именно парогазовые ТЭЦ: ПГУ-ТЭЦ.

Такие энергоисточники позволяют избежать несбалансированности производства двух видов энергии в теплофикационном режиме. Возможность перераспределения производства электроэнергии между ПТУ и ГТУ обеспечивает высокую маневренность, устойчивость в условиях различия колебаний тепловой и

электрической нагрузки в течение суток, по сезонам, что характерно для городского потребления.

На сегодняшний день, согласно официальным документам [2], на территории города Ирбит действуют 17 изолированных систем теплоснабжения, образованных на базе котельных, большинство из которых имеет установленную мощность от 0,3 до 50 Гкал/ч.

При этом является необходимым строительство пяти новых и реконструкция двух существующих источников теплоснабжения. Ориентировочные затраты на строительство новых котельных оцениваются в 232 млн. руб., затраты на реконструкцию – 31,2 млн. руб. [2]

Производство тепловой энергии для отопления жилых домов, административных и социальных объектов на территории города Камышлов осуществляют 30 котельных. Большинство угольных котельных имеют небольшую располагаемую мощность до 2,2 Гкал/ч.

Котельные работают пониженном графике 70–55 °С (для угольных) и 72–55 °С (для газовых) по причине неудовлетворительного состояния оборудования, что приводит к нехватке тепла у потребителей. Технические ограничения на использование установленной тепловой мощности действующих котельных связано с высоким износом установленных котлов. Более того, с увеличением присоединенной нагрузки потребителей, угольные котельные не смогут обеспечить достаточный уровень надежности снабжения потребителей тепловой энергией. Согласно планам, общий планируемый прирост тепловой нагрузки потребителей в период 2014–2029 гг. составит 5,94 Гкал/ч [3].

В связи с износом оборудования и низкой эффективностью работы планируется вывести из эксплуатации девять угольных котельных с подключением их потребителей к сетям других источников. При этом объем инвестиций в строительство, реконструкцию и техническое перевооружение системы централизованного теплоснабжения Камышловского ГО составит 498 125 тыс. рублей.

Как видно из анализа систем теплоснабжения, теплоисточники городов требуют большого вложения средств, но описанные выше меры и вложенные средства не решают основной проблемы энергосистемы городов – отсутствия источников комбинированной выработки тепловой и электрической энергии – ТЭЦ. Предлагаемая нами концепция обеспечит переход от конденсационной выработки электрической энергии на крупных электростанциях и тепловой энергии на котельных к использованию технологии когенерации.

Стоит отметить, что при использовании когенерации существенно возрастает общий коэффициент использования топлива (до 70–75 %), применение когенерации в значительной степени сокращает затраты на приобретение топлива, решает проблемы обеспечения потребителей недорогим теплом.

Теплосети, согласно проведенному анализу, тоже требуют вложений. Тепловые сети города Ирбита имеют высокую степень износа – 68 % и нуждаются в замене [4]. Согласно официальным документам [2], система теплоснабжения города Ирбит в целом является малонадежной по причине ветхости сетей, частичного отсутствия изоляции и местами завышенных диаметров трубопроводов теп-

ловых сетей. Суммарные потери тепловой энергии во всех тепловых сетях составляют порядка 10 %. К расчетному сроку (к 2028 году) все 100 % тепловых сетей выработают свой нормативный срок эксплуатации.

Повышение уровня эффективности функционирования системы теплоснабжения, в частности тепловых сетей, планируется за счет перепрокладки существующих тепловых сетей. Суммарные затраты на модернизацию тепловых сетей составят 220,7 млн. руб. [2].

Износ тепловых сетей города Камышлов составляет порядка 70 %. Имеются многочисленные нарушения изоляции трубопроводов, что ведет к сверхнормативным потерям теплоты, участки трубопроводов с истощившимися свой технический ресурс трубами, которые следует заменить. По результатам теплотехнических расчетов потери в тепловых сетях в целом по г. Камышлову составляют 25 % [3].

На всех угольных и на части газовых котельных отсутствует водоподготовка, в результате неизбежно происходит образование отложений на внутренней поверхности трубопроводов теплотрасс и внутренних систем потребителей.

Предлагаемая концепция даст возможность организовать обновление сетей теплоснабжения, осуществить переоснащение региональной энергетики, что сократит потери в сетях, повысит надёжность и качество системы. Необходимо помнить, что проблему обеспечения тепловой энергией городов нашей региона, в связи с его суровыми климатическими условиями, сложно переоценить.

В настоящий момент системы теплоснабжения городов Ирбит и Камышлов отличаются низкой оснащённостью приборами учета потребителей, отсутствием на котельных узлов учета тепловой энергии или снимаемых с них показаний, отсутствием данных о затратах тепловой мощности источников на собственные нужды и значения тепловой мощности-нетто, отсутствием средств автоматизации на центральных тепловых пунктах, моральным устареванием установленных КИП. Во время, когда повышение эффективности использования энергетических ресурсов и энергосбережение становятся одними из важнейших факторов экономического роста и социального развития России, встаёт вопрос широкого внедрения наиболее эффективных экономичных технологий, связанных с рациональным использованием природных ресурсов, что позволит осуществить предлагаемая концепция.

Ещё одной реальной проблемой существующих энергосистем малых городов является сложность подключения новых потребителей к сетям электроснабжения. В 2009 г. 9 заявителей из 10 получали отказ на централизованное электроснабжение [5]. Само подключение к системе связано с большими затратами: требования реконструкции электроподстанции или сооружения новой электроподстанции, реконструкции ЛЭП или нового её строительства, замены кабельных линий. При этом суммарные затраты могут составить десятки миллионов рублей при подключении мощностей 200–500 кВт [5].

Концепция создания локальных энергосистем, работающих в интересах конкретного муниципального образования, упростит подключение новых потребителей к сетям и генерирующим источникам. Кроме того, не стоит забывать и

про снижение потерь при передаче энергии, повышение надёжности энергоснабжения, снижение тарифов на электроэнергию, что также является прямым результатом применения системы.

Создание локальных энергетических систем для энергоснабжения городов Среднего Урала – социально важная задача. На сегодняшний день города Ирбит и Камышлов испытывают проблемы снижения численности постоянного населения, бегства трудоспособного населения в большие города, рост безработицы. Например, в городе Ирбит уровень регистрируемой безработицы на начало 2016 года составлял 2,95 %, на 01.10.2016 г. составил 3,15 %, что почти в 2 раза выше показателя по Свердловской области [4].

Большинство жителей и организаций города не выполняют обязанности по оплате за потребленные жилищно-коммунальных услуг. Задолженность перед предприятиями жилищно-коммунального хозяйства по состоянию на 13.09.2017 г. составляет 63 млн. 264 тыс. руб., и цифры только увеличиваются [4].

Крупнейшие предприятия, являющиеся социально-значимыми производствами, за счет деятельности которых обеспечивается занятость населения и рост объемов производства также испытывают трудности. Анализ состава безработных показывает, что численность уволенных в связи с ликвидацией организации, либо сокращением численности или штата работников организации в городе Камышлов увеличилась на 4,3 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года [6].

Для успешной реализации целей и задач программ социально-экономического развития муниципалитетов, а именно развитие промышленных предприятий, повышение инвестиционной привлекательности городов, улучшение жилищных условий граждан мы предлагаем рассмотреть строительство ПГУ-ТЭЦ как надёжного и доступного источника энергии, который должен обеспечить возможность хозяйственного развития городов, стимулировать развития промышленного и аграрного производств городов и создать благоприятный климат для частных инвестиций [1]. Данная концепция позволит выровнять уровень экономического развития путём изменения соотношения стоимости энергообеспечения в больших и малых городах, в связи с чем обеспечивая снижение безработицы, изменение вектора миграции, прекращение депопуляция малых городов.

Формирование на Урале сети локальных энергетических структур – стимул для развития энергомашиностроения на базе существующих производств с использованием нереализуемых в настоящее время производственных мощностей, так как гарантирует заказы на внутреннем рынке.

Машиностроение сейчас является самой проблемной отраслью промышленности Свердловской области [7], характеризующейся замедлением темпов роста и катастрофическим падением рентабельности производства.

Средний возраст станков и машиностроительного оборудования в регионе насчитывает 25 лет. На большинстве предприятий техническое перевооружение идет медленно, процесс замены морально устаревшего оборудования более новым приостанавливается в связи с нехваткой оборотных средств [8].

За девять месяцев 2017 года средняя численность работающих на предприятиях машиностроения в Свердловской области составила на 3,1 % меньше, чем

годом ранее, следует из данных НП «Союз машиностроительных предприятий Свердловской области» [9].

Стабильная работа наших заводов – залог промышленного и экономического развития региона. Создание комплекса модульных станций с типовым оборудованием на базе отечественных установок также позволит использовать и потенциал проектных, научных и учебных заведений [1].

Таким образом, предлагаемые локальные энергосистемы, обладающие принципами модульности и типизации генерирующих, сетевых объектов и иных установок и оборудования, будут являться технической единицей (изолированной или имеющей электрические связи с ЕЭС) малой распределённой энергетики Среднего Урала. Они позволят выполнить задачи по повышению надежности, безопасности и качества энергоснабжения; более эффективному и гибкому удовлетворению спроса; сдерживания роста цен на электрическую и тепловую энергию и локальное соответствие уровня цен на энергию качеству и надежности энергоснабжения.

Практическим результатом нашей работы должна стать разработка типового проекта, вариантов модулей объектов распределенной энергетики Среднего Урала.

### **Список использованных источников**

1. Борисова О.В., Шульман В.Л. Формирование распределённой энергетики Среднего Урала // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти проф. Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловских чтений (Екатеринбург, 11–15 декабря 2017 г.). Екатеринбург: УрФУ, 2017. – С. 695–699.

2. Схема теплоснабжения Муниципального образования «Город Ирбит» на период с 2013 по 2028 год, 2014 г. URL: [http://moirbit.ru/city/jkh/shemy\\_teplosnabjeniya/](http://moirbit.ru/city/jkh/shemy_teplosnabjeniya/) (дата обращения 22.03.2018).

3. Схема теплоснабжения Камышловского городского округа на период с 2014 по 2029 гг., 2013 г. URL: <http://gorod-kamyshlov.ru/communal/shemyi-inzhenernoj-infrastrukturyi/teplosnabzhenie> (дата обращения 22.03.2018).

4. Программа социально-экономического развития Муниципального образования город Ирбит на 2017–2020 годы. URL: [http://moirbit.ru/ekonomika/sotsialno-ekonomicheskoe\\_razvitie\\_goroda/programma\\_sotsialno-ekonomicheskogo\\_razvitiya/](http://moirbit.ru/ekonomika/sotsialno-ekonomicheskoe_razvitie_goroda/programma_sotsialno-ekonomicheskogo_razvitiya/) (дата обращения 28.03.2018).

5. Бессмертных А.В., Зайченко В.М. Развитие распределённой энергетики // Вестник Российской академии наук. 2012. Т.82. № 9. С. 823–832.

6. Муниципальная комплексная программа повышения качества жизни населения Камышловского городского округа на период до 2018 года: «Новое качество жизни жителей Камышловского городского округа». URL: <http://gorod-kamyshlov.ru/economy/munitsipalnyie-programmyi/> (дата обращения 28.03.2018).

7. Портал машиностроения. URL: <http://www.mashportal.ru/career-37650.aspx> (дата обращения: 01.04.2018).

8. Исследовательская компания «Abercade»: Уральское машиностроение: пути выхода из кризиса. URL: <http://www.abercade.ru/research/analysis/994.html> (дата обращения: 01.04.2018).

9. Информационно-аналитическое агентство «УралБизнесКонсалтинг». URL: <http://urbc.ru/1068073851-v-sverdlovskoy-oblasti-chislennost-rabotnikov-mashinostroitelnoy-otrasli-sokratilas-na-31.html> (дата обращения: 01.04.2018).

УДК 314.154.4

**А. С. Водолеев, М. А. Захарова**

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,  
г. Новокузнецк, Россия

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИИ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

### **Аннотация**

*В статье освещаются основные этапы обезвреживания осадков сточных вод. Особое внимание уделяется использованию промышленных отходов металлургии в качестве обезвреживающего материала.*

**Ключевые слова:** обезвреживание, обеззараживание осадков сточных вод, дегельминтизация, тяжелые металлы, химические токсиканты, лабораторные, промышленные исследования, окалина блюминга, аспирационная пыль, содержание цинка, свинца, меди, фтора, известковая пыль.

### **Abstract**

*The article highlights the main stages of decontamination of sewage sludge. Particular attention is paid to the use of industrial wastes of metallurgy as a disinfecting material.*

**Key words:** neutralization, disinfection of sewage sludge, degel-minization, heavy metals, chemical toxicants, laboratory, industrial studies, blooming scale, aspiration dust, content of zinc, lead, copper, fluorine, calcareous dust.

В России и за рубежом накоплен определённый опыт по обезвреживанию осадков сточных вод [1, 2]. Для обезвреживания осадков используется промышленные отходы: цементная пыль, зола каменного угля или бактериальная микрофлора, окисляющая токсические соединения в биологическом реакторе [3].

Для обеззараживания осадков сточных вод (ОСВ) кроме термофильного сбраживания в метантенках, термической обработки, пастеризации и обработки гашеной известью применяют более современные методы, такие, как радиационный, используют также электронные носители. После радиационной обработки в осадке практически отсутствуют сальмонелла, кишечная палочка и была достигнута полная его дегельминтизация [4].

Химический состав исследуемых твердых отходов зависит от источников их возникновения, применяемых методов очистки и способов обезвреживания. Под обезвреживанием понимается снижение содержания токсичных для живых